

## STABILITAS MINYAK IKAN KOMERSIAL (*SOFT GEL*) IMPOR DI BEBERAPA WILAYAH JAWA TIMUR

**Sugeng Heri Suseno, Agoes Mardiono Jacobeb, Dudu Abdulatip**

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Jalan Agatis, Bogor 16680, Jawa Barat

\*Korespondensi penulis: [sug\\_thp@yahoo.com](mailto:sug_thp@yahoo.com)

Diterima : 10 September 2019/Disetujui : 18 Desember 2019

**Cara sitasi:** Suseno SH, Jacobeb AM, Abdulatip D. 2019. Stabilitas minyak ikan komersial (*soft gel*) impor di beberapa wilayah jawa timur. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22(3): 589-600.

### Abstrak

Produk minyak ikan (*soft gel*) komersial telah banyak diperdagangkan di Indonesia khususnya wilayah Jawa Timur. Penelitian ini bertujuan menentukan kualitas dan stabilitas minyak ikan komersial (*soft gel*) di wilayah Jawa Timur selama masa penyimpanan dan menentukan profil asam lemak minyak ikan komersial. Sampel diperoleh dari Surabaya (S1-S5), Kediri (K6), Blitar (B7) dan Tulung Agung (T8). Parameter kestabilan yang dianalisis antara lain nilai peroksida, nilai anisidin, dan total oksidasi. Penyimpanan minyak ikan komersial dilakukan dengan metode *schaal* dengan suhu 40°C selama 6 hari dan dilakukan analisis setiap dua hari. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan waktu penyimpanan (H-0, H-2, H-4, dan H-6) dengan metode *Schaal oven test*. Hasil pengujian kualitas pada parameter FFA yaitu 87,5%, bilangan peroksida yaitu 12,5%, bilangan anisidin yaitu 75% dan total oksidasi yaitu 37,5% yang masih sesuai dengan standar IFOS. Hasil pengujian stabilitas menunjukkan penurunan kualitas minyak ikan seiring penyimpanan dan hanya bilangan anisidin yang sesuai standar IFOS. Minyak ikan dengan kandungan omega-3 tertinggi terdapat pada sampel S4 (Surabaya 4), EPA tertinggi terdapat pada S4 (Surabaya 4) dan DHA tertinggi terdapat pada sampel S3 (Surabaya 3).

Kata kunci: metode Schaal oven test, minyak ikan komersial, stabilitas minyak ikan

### *Stability of Imported Commercial Fish Oils (Soft Gel) in East Java*

#### Abstract

Commercial fish oils (*soft gel*) have been widely traded in Indonesia, especially in East Java. The aim of this research was to determine the quality and stability of fish oils (*soft gel*) in East Java examined by Schaal oven method and to determine the amount of fatty acids in the commercial fish oil. The stability of the commercial fish oil was determined based on peroxide value, anisidine value, and total oxidation after the oils were stored at 40°C for 6 days. The experimental design used in this research was completely Randomized Design (CRD) with a treatment time of storage (H-0, H-2, H-4 and H-6). The quality of the commercial fish oils was in accordance with IFOS on the parameters of the FFA, peroxide value, anisidine, and the total oxidation. The stability test results showed the fish oil quality decreased over time and only anisidine value was still met the IFOS standards. Sample S4 was found containing the highest amount of omega 3 and EPA, while S3 contained the highest amount of DHA.

Keywords: commercial fish oil, Schaal oven test, stability of fish oil

## PENDAHULUAN

Minyak ikan banyak diproduksi di berbagai negara, khususnya di wilayah Eropa Utara, Asia Tenggara, Amerika Serikat dan Rusia. Minyak ikan yang ada di Indonesia pada umumnya adalah hasil impor. Nilai impor minyak ikan dari tahun 2015 sampai tahun 2018 berturut-turut 10.559,37 ton, 8.088,25 ton, 7.773,56 ton, 15.140,57 ton dan 13.052,88 ton. Minyak ikan yang diproduksi di Indonesia berasal dari bermacam-macam ikan di antaranya sardin, cucut, patin, nila, belut, labi-labi, dan tuna. Minyak ikan komersial cair dikemas dalam bentuk kapsul lunak (*soft gel*). Kapsul lunak digunakan untuk memudahkan dalam konsumsi minyak ikan dalam bentuk padat (Benza *et al.* 2011). Penggunaan *soft gel* juga dilakukan untuk mengurangi bau amis dan menghambat proses oksidasi (Estiasih 2009).

Minyak ikan merupakan komponen lemak yang terdapat dalam jaringan tubuh ikan. Minyak ikan terdiri dari beberapa asam lemak. Minyak ikan memiliki kandungan asam lemak omega-3 yang bermanfaat dalam bidang kesehatan dan produk pangan (Estiasih 2009). Asam lemak omega-3 adalah asam lemak yang mempunyai beberapa ikatan rangkap, ikatan rangkap pertama terletak pada atom karbon ketiga dari gugus metil dan ikatan rangkap berikutnya terletak pada nomor atom karbon ketiga dari ikatan rangkap sebelumnya (Diana 2012). Asam lemak esensial tidak bisa dibentuk dalam tubuh dan harus dipasok langsung dari makanan. Kekurangan pada asam lemak esensial menyebabkan kulit bersisik, kecepatan pertumbuhan rendah, malfungsi ginjal, sistem reproduksi rendah, dan mudah terserang penyakit. Asam lemak omega-3 digunakan sebagai perlindungan dari kardiovaskular yakni antiinflamasi, antihipertensi, dan antihiperlipidemia. Kandungan asam lemak tiap minyak ikan berbeda-beda (Nascimento *et al.* 2015).

Minyak ikan mengandung asam lemak omega-3 yakni asam eikosapentaenoat (EPA) dan asam dokosaheksaenoat (DHA). Asam lemak EPA dan DHA memiliki fungsi untuk mencegah penyumbatan pembuluh darah, mengurangi stimulasi vaskular dan

dapat meningkatkan intelegensi manusia (Swanson *et al.* 2012). Asam eikosapentaenoat (EPA) dan asam dokosaheksaenoat (DHA) sangat penting untuk perkembangan janin dan suplemen untuk ibu hamil. Asam lemak tersebut juga dapat meningkatkan daya tahan tubuh pada janin. Kandungan minyak ikan dipengaruhi beberapa faktor, di antaranya jenis ikan, makanan perkembangan dan pertumbuhan, musim, salinitas, dan suhu air (Estiasih 2009).

Penelitian mengenai kualitas minyak ikan telah dilakukan sebelumnya antara lain Albert *et al.* (2014) mengenai kualitas minyak ikan komersial yang beredar di Selandia Baru dan Ritter *et al.* (2012) mengenai kualitas minyak ikan komersial di Amerika. Karakterisasi dan modifikasi minyak ikan telah dilakukan dari berbagai jenis ikan di antaranya sardin (Sari *et al.* 2015, Hulu *et al.* 2017, Dari *et al.* 2017, Andriyani *et al.* 2017, Bija *et al.* 2017), swangi (Huli *et al.* 2014), patin (Sembiring *et al.* 2018), hingga karakterisasi minyak ikan komersial dari Jawa Tengah (Suseno *et al.* 2018a). Kestabilan minyak ikan perlu diketahui untuk menentukan kualitas minyak selama penyimpanan. Pengujian stabilitas menunjukkan sejauh mana suatu produk tetap dalam batas yang ditentukan sepanjang periode penyimpanan dan penggunaannya berdasarkan sifat dan karakteristik saat pengemasannya (Bajaj *et al.* 2012). Penelitian mengenai kestabilan minyak ikan telah dilakukan sebelumnya, antara lain analisis kestabilan minyak ikan sarden (Suseno *et al.* 2017), kestabilan kapsul minyak ikan lele (Kusharto *et al.* 2015), kestabilan minyak ikan terhadap suhu berbeda dan proses mikrokapsul minyak ikan (Monstesqrit dan Oviarti 2013).

Minyak komersial yang dijual di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya hanya 19% yang memenuhi standar IFOS (Nofiyanti 2018). Kualitas minyak ikan perlu dijaga agar aman dan bermanfaat bagi masyarakat yang akan mengonsumsinya. Pengujian yang dilakukan mengacu pada standar internasional yaitu *International Fish Oil Standard* (IFOS). Penelitian ini bertujuan menentukan kualitas dan stabilitas minyak ikan komersial (*soft*

*gel*) di wilayah Jawa Timur selama masa penyimpanan dan menentukan profil asam lemak minyak ikan komersial.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan sampel minyak ikan yang berasal dari berbagai apotek di wilayah Jawa Timur, yaitu Surabaya, Blitar, Kediri dan Tulung Agung. Minyak ikan tersebut berasal dari negara Amerika Serikat dan China. Bahan kimia untuk uji pereaksi peroksida (asam asetat glasial ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) (Merck KGaA, 64271 Darmstadt), kloroform, KI jenuh (Merck KGaA, 64271 Darmstadt), Natriumthiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0.1 N (Merck KGaA, 64271 Darmstadt), akuades, indikator pati 1% (Merck KGaA, 64271 Darmstadt)), pereaksi anisidin (isooktan (Merck KGaA, 64271 Darmstadt), p-anisidin), pereaksi *Gas Chromatography* ( $\text{BF}_3$ , metanol, NaOH (Merck),  $\text{N}_2$ , NaCl jenuh,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat, standar Supelco<sup>TM</sup>37 *component fatty acid methyl esters* (FAME) Mix dan isooktan, pereaksi FFA (alkohol, indikator PP (Merck), KOH 0,1 N). Alat yang digunakan adalah penangas air, corong, erlenmeyer, gunting, tabung reaksi, sudip, wadah, botol plastik kecil, batang pengaduk, pipet volumetrik, pipet tetes, buret, bulb, timbangan digital (Chq, Taiwan), rak tabung reaksi, aluminium foil, mikro pipet, kompor listrik, gelas ukur, *Gas Chromatography* (SHIMADZU Jepang Model GC 2010), spektrofotometri UV (Pharmaspec 1700) dan kamera untuk dokumentasi.

### Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu uji stabilitas minyak ikan. *Soft gel* minyak ikan dibedakan berdasarkan merek dan wilayah pengambilan di Jawa Timur yaitu Surabaya, Kediri, Blitar, dan Tulung Agung. Sampel minyak ikan dari Surabaya sebanyak 5 (S1-S5), Kediri sebanyak 1 (K6), Blitar sebanyak 1 (B7) dan Tulung agung sebanyak 1 (T8) sampel. Rata-rata tanggal kedaluwarsa sampel minyak ikan yang digunakan yaitu pada tahun 2020 sampai tahun 2021. Minyak ikan kemudian disimpan pada suhu dibawah  $10^\circ\text{C}$ . Minyak ikan tersebut kemudian dianalisis kualitasnya

yang terdiri atas analisis asam lemak bebas, bilangan peroksida, anisidin, total oksidasi, dan profil asam lemak dengan masing-masing analisis dilakukan sebanyak tiga kali. Hasil analisis dipilih dua minyak dengan kualitas terbaik dan dilakukan pengujian stabilitas menggunakan metode *Schaal oven test* yaitu dengan cara penyimpanan pada suhu  $40^\circ\text{C}$ . Minyak ikan tersebut disimpan selama enam hari dengan pengamatan setiap 48 jam atau dua hari. Minyak ikan yang telah disimpan kemudian diuji kembali dengan analisis asam lemak bebas, analisis bilangan peroksida, analisis bilangan anisidin, dan analisis total oksidasi dengan masing-masing uji dilakukan sebanyak tiga kali.

### Analisis asam lemak bebas

Analisis asam lemak bebas mengacu pada (AOAC 2005). Sampel minyak ikan 1,5 gram dimasukkan ke dalam gelas erlenmeyer 250 mL ditambah 25 mL alkohol 95%, dipanaskan di dalam penangas air selama 10 menit, kemudian campuran tersebut ditetesi indikator PP sebanyak dua tetes. Campuran tersebut dikocok dan dititrasi dengan KOH 0,1 N hingga timbul warna pink yang tidak hilang dalam 10 detik. Nilai persentase asam lemak bebas dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{Asam lemak bebas(\%)} = \frac{A \times N \times M}{G \times 10}$$

Keterangan:

A = Jumlah titrasi KOH (mL)

N = Normalitas larutan KOH

M = Bobot molekul dominan

### Analisis bilangan peroksida

Analisis bilangan peroksida dilakukan sesuai acuan AOAC(2005) dengan menimbang 15 gram minyak ikan dalam Erlenmeyer 250 mL kemudian ditambah 30 mL larutan asam asetat glasial dan kloroform (3:2). Larutan KI jenuh sebanyak 0,5 mL ditambahkan ke dalam sampel tersebut, kemudian ditambah akuades sebanyak 30 mL. Indikator pati ditambahkan dalam larutan tersebut sebanyak 0,5 mL dan dilakukan titrasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (natrium tiosulfat) hingga larutan yang dihasilkan menjadi jernih. Perhitungan nilai bilangan

peroksida yaitu:

$$\text{Bilangan peroksida} = \frac{A \times N \times 1000}{\text{Bobot sampel}}$$

Keterangan:

A = Jumlah titrasi  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

N = Normalitas  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

### Analisis bilangan anisidin

Bilangan anisidin dianalisis mengacu pada (IUPAC 1987). Sampel minyak ikan diambil 1 gram lalu ditambah 25 mL isooktan dan diukur absorbannya (Ab) pada 350 nm dengan spektrofotometer UV-VIS. Larutan tersebut dipipet 5 mL ke dalam tabung dan ditambah 1 mL p-anisidin dalam asam asetat glasial. Tabung ditutup, dikocok, dan dibiarkan pada tempat gelap selama 10 menit. Absorban larutan (As) diukur pada panjang gelombang 350 nm. Perhitungan nilai p-anisidin yaitu:

$$\text{Bilangan anisidin} = \frac{25 \times (1,2 A_2 - A_1)}{\text{Massa sampel}}$$

Keterangan :

A1= Adsorben larutan uji 1

A2= Adsorben larutan uji 2

### Analisis nilai total oksidasi

Nilai total oksidasi dianalisis sesuai dengan AOCS (1997). Nilai total oksidasi yaitu penjumlahan dari 2 kali nilai bilangan peroksida (PV) dengan nilai p-anisidin (PAV).

$$\text{Nilai total oksidasi} = 2PV + PAV$$

Keterangan :

PV = *Peroxide value* (bilangan peroksida)

PAV = bilangan p-Anisidin

### Analisis profil asam lemak

Analisis profil asam lemak menggunakan acuan AOAC (2005) dengan prinsip kromatografi gas yang mengubah asam lemak menjadi turunannya yaitu metil ester. Tahap awal dalam analisis profil asam lemak yaitu proses metilasi dengan cara merefluks lemak dalam penangas air dengan pereaksi NaOH-metanol 0,5 N,  $\text{BF}_3$  dan n-heksana. Sampel minyak ikan 0,02 g dimasukkan ke dalam tabung tertutup teflon ditambah dengan 1 mL NaOH dalam metanol, kemudian

dipanaskan dalam penangas air selama 20 menit. Campuran ditambahkan 2 mL  $\text{BF}_3$  20% serta 5 mg/mL standar internal, dipanaskan kembali selama 20 menit. Tahap selanjutnya yaitu penambahan NaCl jenuh 2 mL dan dikocok, heksana 5 mL ditambahkan dan dikocok kembali. Larutan heksana yang terdapat di atas permukaan dipindahkan ke dalam tabung reaksi menggunakan pipet tetes. Sampel 1  $\mu\text{L}$  diinjeksikan pada *Gas Chromatography*. Larutan heksana yang terdapat di atas permukaan dipindahkan ke dalam tabung reaksi dengan menggunakan pipet tetes. Sampel 1  $\mu\text{L}$  diinjeksikan pada *Gas Chromatography*. Asam lemak akan diidentifikasi dengan *Flame Ionization Detector* (FID) atau detektor ionisasi nyala, hasil yang didapat akan tercatat melalui kromatogram (peak).

Asam lemak diidentifikasi dengan menginjeksikan metil ester pada alat kromatografi gas Shimadzu GC 2010 Plus. Fase gerak menggunakan gas nitrogen dengan laju alir 30 mL/menit dan gas pembakarnya yaitu hidrogen dan oksigen, kolom yang digunakan yaitu *capillary column* merek Quadrex dengan diameter 0,25 mm. Pengaturan kondisi alat dilakukan sebagai berikut :

- a) Kolom : *Cyanopropil methyl sil (capillary column)*
- b) Dimensi kolom : p = 60 m, Ø dalam = 0,25 mm; 0,25  $\mu\text{m}$  Film
- c) Laju alir  $\text{N}_2$  : 30 mL/menit
- d) Laju alir He : 40 mL/menit
- e) Laju alir udara : 400 mL/menit
- f) Suhu injektor : 220 °C
- g) Suhu detektor : 240 °C
- h) *Inject volume* : 1  $\mu\text{L}$

Waktu retensi dan puncak masing-masing dari komponen dihitung. Nilai waktu retensi diperoleh dibandingkan dengan standar agar mendapat informasi mengenai jenis dari komponen-komponen dalam sampel. Jumlah kandungan komponen asam lemak pada sampel dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Asam lemak}(\%) = \frac{\frac{\text{luas area sampel}}{\text{luas area standar}} \times \text{C standar} \times \frac{v \text{ contoh}}{100}}{\text{Bobot contoh}} \times 100\%$$

Analisis profil asam lemak menggunakan asam lemak standar dari Supelco TM 37 Komponen FAME Mix (Bellefonte USA).

### Uji stabilitas

Uji stabilitas minyak ikan mengacu pada (Suseno *et al.* 2018b) menggunakan metode *Schaaloven test* dengan penyimpanan menggunakan botol dan diletakkan dalam oven dengan suhu 40°C. Sampel minyak kemudian dihitung kadar FFA, PV, bilangan anisidin dan total oksidasinya selama enam hari dengan rentang waktu 48 jam atau dua hari. Hal ini dikarenakan satu hari penyimpanan dalam oven sama dengan 15 hari penyimpanan di suhu ruang selama 15 hari.

### Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan perlakuan waktu penyimpanan dengan metode *Schaal oven test*. Data yang diperoleh dianalisis sidik ragam untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan. Analisis data menggunakan program Statistical Product and Service Solutions (SPSS) 21. Data dianalisis secara statistik dengan analisis ragam (ANOVA).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Minyak ikan dilakukan analisis terhadap parameter oksidasi primer dan oksidasi sekunder untuk menentukan kualitasnya. Parameter analisis terdiri atas asam lemak bebas (FFA), bilangan peroksida (PV), anisidin, total oksidasi, dan profil asam lemak

dengan standar yang digunakan berdasarkan *International Fish Oil Standards* (IFOS 2014). Batas maksimum yang diterapkan pada IFOS yaitu bilangan peroksida (PV)  $\leq 5,00$  mEq/kg, bilangan anisidin  $\leq 20,00$  mEq/kg, total oksidasi  $\leq 26,00$  mEq/kg dan bilangan asam lemak bebas  $\leq 1,50\%$ .

### Asam Lemak Bebas Minyak Ikan

Pengujian asam lemak bebas dapat menentukan kualitas minyak ikan sebagai produk komersial. Asam lemak bebas adalah asam lemak yang tidak terikat oleh trigliserida dan dihasilkan oleh proses hidrolisis dan oksidasi yang bergabung dengan lemak netral (Kalogeropoulos dan Tsimidou 2014). Hasil asam lemak bebas minyak ikan dari wilayah Surabaya, Kediri, Blitar, dan Tulung Agung dapat disajikan pada *Table 1*.

Hasil analisis asam lemak bebas terhadap sampel minyak ikan komersial *soft gel* impor di daerah Surabaya, Kediri, Blitar, dan Tulung Agung menunjukkan bahwa hampir semua sampel telah memenuhi standar IFOS, hanya sampel S5 yang tidak memenuhi standar IFOS dengan nilai FFA 1,87%. Nilai terkecil asam lemak bebas yaitu 0,74% pada sampel S3. Hasil analisis menunjukkan 7 dari 8 sampel memiliki nilai FFA sesuai standar IFOS. Sampel minyak ikan komersial yang sesuai dengan standar IFOS sebanyak 7 dari 8 sampel (87,5% sesuai standar IFOS). Nofiyanti (2018) melaporkan bahwa minyak ikan komersial yang sesuai

Table 1 Characteristic of commercial fish oil products from Surabaya, Kediri, Blitar and Tulung Agung

Fish oil	Content			
	Free fatty acid (%)	Peroxide (mEq/kg)	Anisidine (mEq/kg)	Total oxidation (mEq/kg)
S1	0.93±0.01	20.89±0.61	5.85±0.57	47.63±0.72
S2	1.23±0.21	12.00±1.45	4.59±0.87	28.73±3.72
S3	0.74±0.09	16.28±1.61	5.04±0.04	37.75±3.23
S4	1.11±0.19	4.70±0.57	7.76±1.27	17.15±1.35
S5	1.87±0.15	9.67±0.46	28.81±1.64	48.16±2.55
K6	1.40±0.11	5.21±0.39	30.91±1.36	41.34±0.87
B7	1.14±0.23	5.93±1.04	11.63±0.13	23.49±2.12
T8	1.12±0.16	6.33±0.52	7.50±0.04	20.15±1.07
IFOS Standard	1.5	5	20	26



dengan standar IFOS pada parameter FFA sebanyak 90%. Nilai asam lemak bebas pada sampel S5 tidak sesuai dengan standar IFOS disebabkan oleh reaksi hidrolisis pada sampel S5 yang menghasilkan asam lemak bebas lebih banyak dibandingkan sampel lain. Asam lemak bebas (ALB) terbentuk akibat adanya proses reaksi hidrolisis dan oksidasi terhadap minyak yang mengalami ketengikan (Zulkifli dan Estiasih 2014).

### Bilangan Peroksida Minyak Ikan

Bilangan peroksida menunjukkan oksidasi yang baru terjadi, merupakan hasil dari reaksi oksidasi yang bersifat labil dan terjadi jika adanya kontak antara oksigen dengan minyak serta faktor lainnya (Nurhasnawati *et al.* 2015). Hasil pengujian bilangan peroksida dapat disajikan pada *Table 1*.

Bilangan peroksida digunakan untuk menentukan produk oksidasi primer, yaitu hidroperoksida dari minyak yang bertanggung jawab untuk bau tidak enak dalam minyak (Ayyildiz *et al.* 2015). Pengukuran bilangan peroksida adalah mengukur kadar peroksida yang terbentuk pada tahap awal (Nurhasnawati *et al.* 2015). Hasil analisis bilangan peroksida menunjukkan sampel minyak ikan komersial *soft gel* impor yang sesuai dengan standar IFOS hanya satu sampel, yaitu sampel S4, dengan bilangan peroksida 4,70 mEq/kg. Bilangan peroksida tertinggi ditunjukkan pada sampel S1 dengan bilangan peroksida 20,89 mEq/kg. Bilangan peroksida terendah terdapat pada sampel S4 dengan bilangan peroksida 4,70 mEq/kg. Hasil analisis menunjukkan hampir semua sampel minyak ikan komersial *soft gel* impor yang diujikan tidak sesuai standar IFOS dan hanya 1 dari 8 sampel yang sesuai dengan standar (12,5%). Minyak ikan komersial dari daerah DKI Jakarta yang sesuai dengan standar IFOS pada parameter bilangan peroksida sebanyak 29% (Nofiyanti 2018). Sebagian besar minyak ikan tidak memenuhi standar diduga karena faktor penyimpanan dan suhu. Penyimpanan tidak menggunakan suhu rendah akan mempercepat proses oksidasi sehingga bilangan oksidasi meningkat (Estiasih 2009).

### Bilangan Anisidin Minyak Ikan

Bilangan anisidin merupakan banyaknya aldehid hasil dekomposisi peroksida. Reaksi yang terjadi antara senyawa aldehid dengan pereaksi paraanisidin pada pelarut asam asetat akan menghasilkan warna kuning, nilai absorbansinya diukur pada panjang gelombang 350 nm (Kusharto *et al.* 2015). Hasil analisis bilangan p-anisidin disajikan pada *Table 1*.

Hasil analisis bilangan anisidin menunjukkan bahwa hampir semua sampel telah memenuhi standar IFOS, sebanyak 6 dari 8 sampel sesuai standar IFOS (75%). Minyak ikan komersial dari wilayah DKI Jakarta yang sesuai dengan standar IFOS pada parameter bilangan anisidin sebanyak 90% (Nofiyanti 2018). Peroksida merupakan komponen yang kurang stabil dan mudah mengalami perubahan serta menghasilkan oksidasi sekunder, yaitu aldehid, keton, hidrokarbon, dan polimer lainnya (Arbi *et al.* 2016). Sampel S5 dan K6 diduga mengandung senyawa aldehid dan keton yang tinggi karena bilangan anisidin yang didapatkan tinggi. Oksidasi diawali dengan terjadinya oksidasi primer dan didapatkan bilangan peroksida, kemudian peroksida terdekomposisi yang disebabkan oleh oksidasi lanjutan lalu menghasilkan aldehid dan keton

### Total Oksidasi Minyak Ikan

Nilai total oksidasi (Totok) merupakan penjumlahan dari hasil oksidasi primer dan sekunder yaitu 2 kali bilangan peroksida ditambah bilangan anisidin (Estiasih 2009). Bilangan peroksida dan bilangan anisidin menentukan total oksidasi yang terdapat pada minyak ikan. Nilai total oksidasi minyak ikan komersial *soft gel* impor dapat dilihat pada *Table 1*.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai total oksidasi dari 8 sampel minyak ikan hanya 3 sampel yang memenuhi standar IFOS yaitu sampel S4, B7 dan T8 dengan nilai total oksidasi  $\leq 26,00$  mEq/kg (37,5%). Minyak ikan komersial dari wilayah DKI Jakarta yang sesuai dengan standar IFOS pada parameter total oksidasi sebanyak 33% (Nofiyanti 2018). Nilai total oksidasi tertinggi ditunjukkan pada sampel S1 dari Surabaya dengan nilai

total oksidasi 47,63 mEq/kg. Nilai total oksidasi terendah terdapat pada sampel S4 dari Surabaya dengan nilai total oksidasi 17,15 mEq/kg. Nilai total oksidasi mengukur hidroperoksida dan produk turunannya sehingga dapat mengetahui proses oksidasi yang terjadi pada lemak/minyak total oksidasi juga biasa dijadikan parameter untuk tingkat kerusakan oksidasi lemak/minyak. Nilai total oksidasi ini sering dijadikan parameter tingkat kerusakan lemak/minyak (O'Brian 2008).

Minyak ikan komersial perlu dilakukan pengujian stabilitas untuk mengetahui kualitas minyak ikan setelah penyimpanan. Minyak ikan komersial terpilih yang akan diuji stabilitasnya yaitu sampel B7 (sampel Blitar 7) dan T8 (sampel Tulung Agung 8). Penggunaan kedua sampel tersebut karena mutu minyak tersebut memenuhi beberapa standar dari IFOS.

### Stabilitas Minyak Ikan

Stabilitas minyak ikan diuji untuk menentukan kualitas minyak ikan waktu simpan, dengan menghitung bilangan peroksida dan bilangan anisidin (Pak 2005). Pengujian stabilitas menunjukkan batas suatu produk tetap dalam batas yang ditentukan selama penyimpanan dan penggunaannya dengan sifat dan karakteristik yang sama pada saat pengemasan (Bajaj *et al.* 2012). Pengukuran stabilitas oksidasi bahan mengandung lemak atau minyak yang paling mendekati kondisi sebenarnya adalah dengan metode *Schaal oven test*. Metode ini dipilih karena mudah dalam

pengaplikasiannya. Parameter yang dianalisis untuk menentukan stabilitas oksidasi produk adalah asam lemak bebas, bilangan peroksida, bilangan anisidin, dan bilangan total oksidasi (Nurhasanah *et al.* 2017). Satu hari penyimpanan dengan metode *Schaal oven test* setara dengan 15 hari penyimpanan pada suhu ruang (Suseno *et al.* 2018a). Metode tersebut merupakan metode akselerasi yang dilakukan dengan menggunakan oven dalam proses penyimpanannya. Metode *Schaal oven test* dilakukan karena metode tersebut mudah untuk dilakukan dan tidak membutuhkan waktu yang lama. Stabilitas minyak ikan *soft gel* impor dari beberapa wilayah Jawa Timur disimpan dengan metode *Schaal oven test*. Nilai asam lemak minyak ikan B7 dan T8 setelah penyimpanan dapat dilihat pada *Table 2*.

Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan waktu penyimpanan berpengaruh terhadap stabilitas minyak ikan ( $P < 0,05$ ). Hasil tersebut menunjukkan sampel B7 dan T8 mengalami peningkatan nilai FFA seiring lamanya penyimpanan. Sampel B7 menghasilkan nilai FFA terendah pada hari ke-0 yaitu 6,70% dan tertinggi pada hari ke-6 yaitu 10,12%. Sampel T8 didapatkan nilai FFA terendah pada hari ke-0 yaitu 7,13% dan tertinggi pada hari ke-6 yaitu 12,55%. Kedua sampel minyak ikan memiliki nilai FFA yang tidak sesuai dengan standar IFOS yaitu  $\leq 1,5\%$ . Penelitian yang dilakukan Suseno *et al.* (2017) menunjukkan kenaikan nilai FFA pada masa penyimpanan. Nilai FFA

Table 2 Effect of storage time on the FFA values of imported commercial soft gel fish oil

			Content			
			Free fatty acid (%)	Peroxide (mEq/kg)	Anisidine (mEq/kg)	Total oxidation (mEq/kg)
Fish oil from Blitar (B7)	Storage time (day)	0	7.90±0.58 <sup>a</sup>	7.90±0.06 <sup>a</sup>	3.37±0.02 <sup>a</sup>	30.99±0.96 <sup>a</sup>
		2	8.61±0.68 <sup>a</sup>	8.61±0.68 <sup>a</sup>	8.76±0.03 <sup>a</sup>	38.86±2.19 <sup>b</sup>
		4	8.75±0.91 <sup>a</sup>	8.75±0.91 <sup>a</sup>	9.00±0.03 <sup>b</sup>	39.28±3.19 <sup>b</sup>
		6	11.94±1.22 <sup>b</sup>	11.94±1.22 <sup>b</sup>	9.14±0.02 <sup>a</sup>	48.11±5.31 <sup>c</sup>
Fish oil from Tulung Agung (T8)	Storage time (day)	0	8.41±1.33 <sup>a</sup>	8.41±1.33 <sup>a</sup>	8.57±0.48 <sup>a</sup>	35.24±1.77 <sup>a</sup>
		2	8.52±1.19 <sup>a</sup>	8.52±1.19 <sup>a</sup>	10.68±0.49 <sup>b</sup>	38.58±1.67 <sup>b</sup>
		4	9.62±0.97 <sup>a</sup>	9.62±0.97 <sup>b</sup>	13.98±0.31 <sup>c</sup>	45.38±2.03 <sup>c</sup>
		6	14.80±2.69 <sup>a</sup>	14.80±2.69 <sup>c</sup>	16.55±0.26 <sup>d</sup>	61.23±3.33 <sup>d</sup>
IFOS standard			1.5	5	20	26

mengalami peningkatan seiring lamanya waktu penyimpanan (Kusharto *et al.* 2015). Reaksi hidrolisis dan oksidasi dapat cepat terjadi pada minyak karena terdapat pengotor yang dapat meningkatkan kandungan asam lemak bebas. Asam lemak bebas yang tinggi menyebabkan rasa dan bau yang tidak enak serta salah satu indikator menurunnya kualitas minyak ikan (Nurhasnawati *et al.* 2015).

Minyak ikan dianalisis bilangan peroksida pada uji stabilitas dengan metode *Schaal Oven*. Bilangan peroksida minyak ikan B7 dan T8 setelah penyimpanan disajikan pada *Table 2*. Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan waktu penyimpanan berpengaruh terhadap stabilitas minyak ikan ( $P < 0,05$ ). *Table 2* menunjukkan sampel B7 dan T8 mengalami peningkatan bilangan peroksida seiring lamanya penyimpanan. Suhu meningkat dan lama penyimpanan menyebabkan bilangan peroksida meningkat. Minyak ikan tersebut tidak memenuhi standar IFOS yaitu  $< 5$  meq/kg. Minyak ikan yang disimpan dalam suhu tinggi menyebabkan minyak mudah teroksidasi sehingga terjadi peningkatan bilangan peroksida.

Peningkatan bilangan peroksida pada penelitian ini sejalan dengan penelitian Monstesqrit dan Oviarti (2013) yaitu minyak ikan yang disimpan dalam suhu ruang ( $27^{\circ}\text{C}$ ) mengalami kenaikan dengan bilangan peroksida pada hari ke-15 (11,14 mEq/kg), pada hari ke-30 (15,95 mEq/kg) dan hari ke-45 (20,84 mEq/kg). Kusharto *et al.* (2015) melaporkan bahwa bilangan peroksida mengalami peningkatan seiring lamanya waktu penyimpanan. Bilangan peroksida adalah nilai yang digunakan untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Bilangan peroksida yang tinggi menunjukkan bahwa lemak atau minyak telah mengalami oksidasi. Kecepatan reaksi oksidasi tergantung pada tipe lemak dan kondisi penyimpanannya.

Parameter lain yang digunakan dalam penentuan stabilitas minyak ikan yaitu bilangan anisidin. Bilangan anisidin minyak ikan B7 dan T8 setelah disimpan dapat dilihat pada *Table 2*. Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan waktu

penyimpanan berpengaruh terhadap stabilitas minyak ikan ( $P < 0,05$ ). *Table 2* menunjukkan sampel B7 dari Blitar dan T8 dari Tulung Agung mengalami peningkatan bilangan anisidin seiring lamanya penyimpanan. Sampel dari Blitar pada penyimpanan 2-6 hari tidak mengalami perbedaan yang nyata, namun pada sampel Tulung Agung setiap hari pengamatan terjadi perbedaan yang nyata pada bilangan anisidin. Bilangan anisidin pada kedua sampel minyak pada waktu penyimpanan masih memenuhi standar IFOS yaitu  $< 20$  meq/kg. Bilangan anisidin merupakan jumlah aldehid dari hasil dekomposisi peroksida. Estiasih *et al.* (2009) menyatakan suhu dapat memengaruhi oksidasi sekunder. Ketengikan disebabkan oleh aldehid dan keton dari hasil oksidasi sekunder dalam minyak. Feryana *et al.* (2014) menyatakan waktu penyimpanan adalah faktor yang menyebabkan pembentukan senyawa p-anisidin selain kandungan antioksidan alami yang terdapat dalam minyak ikan. Selama proses penyimpanan, kedua minyak ikan mengalami kenaikan bilangan anisidin yang terjadi karena terjadi oksidasi sekunder. Peningkatan bilangan anisidin pada penelitian ini sejalan dengan penelitian Kusharto *et al.* (2015) dan Suseno *et al.* (2017).

Total oksidasi merupakan salah satu parameter untuk melihat kestabilan minyak ikan. Nilai total oksidasi minyak ikan sampel Blitar (B7) dan tulung Agung (T8) setelah penyimpanan dapat dilihat pada *Table 2*. Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan waktu penyimpanan berpengaruh terhadap stabilitas minyak ikan ( $P < 0,05$ ). *Table 2* menunjukkan sampel B7 dan T8 mengalami peningkatan nilai total oksidasi seiring lamanya penyimpanan. Kedua minyak ikan memiliki total oksidasi diatas standar IFOS yaitu  $\leq 26$  mEq/kg. Peningkatan nilai total oksidasi selama penyimpanan pada penelitian ini juga sesuai dengan penelitian Kusharto *et al.* (2015) terhadap minyak ikan yang disimpan dalam suhu  $60^{\circ}\text{C}$  mengalami kenaikan. Total oksidasi berbanding lurus dengan lama penyimpanan minyak ikan, semakin lama minyak ikan disimpan maka nilai total oksidasi semakin meningkat. Nilai total oksidasi dipengaruhi oleh bilangan



peroksida dan bilangan oksidasi sekunder (Montesqrit dan Ovianti 2013). Nilai totoks digunakan untuk memperkirakan kerusakan oksidatif dari lipid (Moigradean *et al.* 2012).

### Profil Asam Lemak Minyak Ikan

BPengujian profil asam lemak dilakukan untuk menentukan kandungan asam lemak yang terdapat pada minyak ikan komersial *soft gel* impor. Kandungan asam lemak pada minyak di antaranya *saturated fatty acid* (SFA), *monounsaturated fatty acid* (MUFA), dan *polyunsaturated fatty acid* (PUFA). SFA merupakan asam lemak yang tidak mempunyai ikatan rangkap pada rantai karbonnya. MUFA merupakan asam lemak dengan ikatan rangkap tunggal. Asam lemak tak jenuh majemuk (PUFA) terdiri dari asam poliolefinik dengan posisi ikatan rangkap yang teratur. Penentuan kandungan jumlah omega-3 dan omega-6 dapat ditentukan dari kandungan PUFA yang terkandung (Estiasih 2009). Kandungan asam lemak minyak ikan komersial disajikan pada *Table 3*.

Kandungan asam lemak minyak ikan komersial *soft gel* impor di beberapa wilayah Jawa Timur berbeda-beda. Kandungan SFA tertinggi terdapat pada sampel S3 (26,51%) dan kandungan SFA terendah terdapat pada sampel S4 yaitu (5,05%). MUFA tertinggi terdapat pada sampel S1 (23,55%) dan MUFA terendah terdapat pada sampel S4 (8,44%). Kandungan PUFA tertinggi terdapat pada sampel S4 (82,17%) dan kandungan PUFA terendah terdapat pada sampel T8 (40,82%). Hasil profil asam lemak dari minyak ikan yang menunjukkan nilai omega-3 tertinggi pada sampel S4 (78,6%) dan omega-3 tertinggi terdapat pada sampel S5 (5,46%), omega-6 tertinggi pada sampel S5 (54,97%) dan omega-6 terendah terdapat pada sampel S2 (3,04%), dan nilai omega-9 tertinggi pada sampel S1 (18,28%) dan omega-9 terendah terdapat pada sampel S4 (5,18%).

Minyak ikan mengandung asam lemak omega-3 sebagai bagian dari PUFA yang mempunyai kemampuan untuk menurunkan kadar trigliserida dan kolesterol darah serta meningkatkan ekskresinya, meningkatkan fluiditas membran sel, membentuk eikosanoid yang dapat menurunkan trombosis, dan

penting bagi perkembangan otak dan retina (Estiasih dan Ahmadi 2012). Omega-6 mempunyai beberapa keuntungan yaitu untuk membantu mencegah pemecahan otot dan meningkatkan pertumbuhan otot. Keuntungan lain mengonsumsi omega-6 juga seperti keuntungan mengonsumsi lemak tak jenuh tunggal (omega-9) yaitu membantu melawan penyakit jantung dan depresi (Diana 2013).

Kandungan EPA tertinggi terdapat pada sampel S4 (45,53%) sedangkan sampel S5 tidak mengandung EPA. Kandungan DHA tertinggi terdapat pada sampel S3 (37,35%) dan terendah pada sampel S5 (0,04%). EPA dan DHA juga penting untuk perkembangan janin dan suplemen bagi ibu hamil (Swanson *et al.* 2012).

Asam lemak utama pada minyak ikan adalah omega-3, sedangkan pada tumbuhan mengandung asam lemak omega-6 (Bimbo 1987). Kandungan omega-3 pada sampel S5 lebih sedikit dibandingkan kandungan omega-6 di dalamnya. Hal ini menunjukkan ketidaksesuaian klaim minyak ikan yang terdapat pada produk dengan karakteristik minyak ikan sebenarnya. Semua sampel memiliki kandungan asam lemak berbeda-beda. Perbedaan kandungan asam lemak disebabkan oleh jenis ikan, jenis makanan, pergantian musim, dan letak geografis (Visentainer *et al.* 2007).

### KESIMPULAN

Kualitas minyak ikan komersial *soft gel* impor dari beberapa wilayah di Jawa Timur yang sudah memenuhi standar IFOS hanya 12,5% (1 dari 8 sampel). Sampel dari Blitar dan Tulung Agung memenuhi standar IFOS, dan dari pengujian stabilitasnya mengalami penurunan seiring waktu penyimpanan. Profil asam lemak minyak ikan Surabaya mengandung omega-3 (S4: 78,6%), EPA (S4: 45,53%) dan DHA (37,35%).

### DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani P, Nurhayati T, Suseno SH. 2017. Pengaruh oksidatif minyak ikan sardine untuk pangan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 275-285.
- [AOAC] Association of official Analytical

Table 3 Fatty acid profiles of commercial fish oil from several regions in East Java

Fatty acid	Fish oil							
	S1 (%)	S2 (%)	S3(%)	S4(%)	S5(%)	K6(%)	B7(%)	T8(%)
Lauric acid C12:0	0.07	0.02	0.05	0	0.02	0.03	0.03	0.02
Tridecanoic acid C13:0	0.08	0	0.04	0	0	0	0	0
Myristic acid C14:0	2.5	0.06	2.92	0.15	0.14	1.91	1.68	1.64
Pentadecanoic acid C15:0	0.18	0.13	0.73	0	0	0.24	0.21	0.21
Palmitic acid C16:0	12.02	11.39	16.64	0.97	12.14	13.57	11.45	11.97
Heptadecanoic acid C17:0	0.21	0.66	0.97	0.13	0.08	0.62	0.53	0.58
Stearic acid C18:0	3.05	4.19	4.42	3.04	3.18	3.49	3.15	3.38
Arachidic acid C20:0	0.29	0.32	0.32	0.52	0.29	0.23	0.24	0.24
Heneicosanoic acid C21:0	0.02	0.04	0.07	0.06	0.02	0.02	0.02	0.03
Behenic acid C22:0	0.13	0.07	0.16	0.16	0.22	0.07	0.09	0.08
Trichosanoic acid C23:0	0.02	0	0.05	0.02	0.03	0	0	0
Lignoceric acid C24:0	0.06	0.07	0.14	0	0	0.06	0.02	0.07
<b>Total SFA</b>	<b>18.63</b>	<b>16.95</b>	<b>26.51</b>	<b>5.05</b>	<b>16.12</b>	<b>20.24</b>	<b>17.42</b>	<b>18.22</b>
Myristoleic acid C14:1	0	0	0.02	0	0	0	0	0
Palmitoleic acid C16:1	3.45	3.75	4.42	0.46	0.09	5.43	4.57	4.66
Cis-10-heptadecanoic acid C17:1	0.08	0.2	0.52	0.02	0.03	0.2	0.13	0.17
Elaidic acid C18:1n-9t	0.05	0.15	0.14	0.06	0.03	0.15	0.12	0.14
Oleic acid C18:1n-9c	18.23	13.04	12.65	5.12	23.26	11.04	9.56	10.01
Cis-11-eicosanoic acid C20:1	1.27	2.01	1.1	2.44	0	0.99	0.95	1
Nervonic acid C24:1	0.47	0.29	0.44	0.34	0	0.31	0.3	0.34
<b>Total MUFA</b>	<b>23.55</b>	<b>19.44</b>	<b>19.29</b>	<b>8.44</b>	<b>23.31</b>	<b>18.12</b>	<b>15.63</b>	<b>16.32</b>
Linolelaidatic acid C18:2n-9t	0.03	0.04	0	0	0	0.04	0.03	0.03
Linoleic acid C18:2n-6c	17.55	0.61	1.86	0.77	54.53	1.95	1.76	1.74
γ-linolenic acid C18:3n-6	6.42	0.32	0.14	0.11	0.44	0.28	0.25	0.27
Linolenic acid C18:3n-3	14.57	1.17	0.44	0.48	5.42	1.2	1.03	1.1
Cis-11, 14-eikosadienoic acid C20:2	0.18	0.23	0.3	0.35	0.05	0.23	0.19	0.18
Cis-8,11,14-eikosatrienoic acid C20:3n-6	0.07	0.21	0.14	0.28	0	0.18	0.16	0.17
Arachidonic acid C20:4n-6	0.53	1.9	2.12	1.95	0	1.65	1.39	1.32
Cis-13,16-docosadienoic acid C22:2	0.04	0.07	0.05	0.11	0	0.05	0.06	0.05
Cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoic acid C20:5n-3	9.24	24.91	7.76	45.53	0	24.1	21.49	21.06
Cis-4,7,10,13,16,19-dokosaheptaenoic acid C22:6n-3	6.3	17.76	37.35	32.59	0.04	16.71	14.83	14.9
<b>Total PUFA</b>	<b>54.93</b>	<b>47.22</b>	<b>50.16</b>	<b>82.17</b>	<b>60.48</b>	<b>46.39</b>	<b>41.19</b>	<b>40.82</b>
<b>Omega-3</b>	<b>30.11</b>	<b>43.84</b>	<b>45.55</b>	<b>78.6</b>	<b>5.46</b>	<b>42.01</b>	<b>37.35</b>	<b>37.06</b>
<b>Omega-6</b>	<b>24.57</b>	<b>3.04</b>	<b>4.26</b>	<b>3.11</b>	<b>54.97</b>	<b>4.06</b>	<b>3.56</b>	<b>3.5</b>
<b>Omega-9</b>	<b>18.28</b>	<b>13.19</b>	<b>12.79</b>	<b>5.18</b>	<b>23.39</b>	<b>11.19</b>	<b>9.68</b>	<b>10.15</b>
<b>Total fatty acids identified</b>	<b>97.11</b>	<b>83.61</b>	<b>95.96</b>	<b>95.66</b>	<b>99.91</b>	<b>84.75</b>	<b>74.24</b>	<b>75.36</b>

- Chemist. 2005. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist. Virginia (USA): Published by The Association of Analytical Chemist, Inc.
- [AOCS] American Oil Chemists' Society. 1997. Official method cd 8-53 peroxide value, cS18-90 p-ansidine value, cg 3-91 recommended practices for assessing oil quality and stability In Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. Urbana (US): AOCS Press.
- Albert BB, Derraik JGB, Smith DC, Hofman PL, Tumanav S, Baas SGV, Garg ML, Cutfield WS. 2015. Fish oil supplements in New Zealand are highly oxidised and do not meet label content of n-3 PUFA. *Scientific Reports*. 5(7982): 1-6.
- Arbi B, Ma'ruf WF, Romadhon. 2016. Aktivitas senyawa bioaktif selada laut (*Ulva lactuca*) sebagai antioksidan pada minyak ikan. *Saintek Perikanan*. 12(1): 12-18.
- Ayyildiz HF, Topkafa M, Kara H, Sherazi STH. 2015. Evaluation of fatty acid composition, tocopherol profile and oxidative stability of some fully refined edible oils. *International Journal of Food Properties*. 2064-2076.
- Bajaj S, Singla D, Sakhuja N. 2012. Stability testing of pharmaceutical products. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2(3): 129-138.
- Benza HI, Munyendo. 2011. A review of progress and challenges in soft gelatin capsules formulations for oral administration. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. 10(1): 20-24.
- Bija S, Suseno SH, Uju. 20(1): Pemurnian minyak ikan sardine dengan tahapan degumming dan netralisasi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(1): 143-152.
- Bimbo AP. 1987. The emerging marine oil industry. *Jurnal American Oils Chemistry Society*. 64(5): 706-715.
- Dari DW, Astawan M, Wulandari N, Suseno SH. 2017. Karakteristik minyak ikan sardin (*Sardinella* sp.) hasil pemurnian bertingkat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(3): 456-467.
- Diana FM. 2012. Omega-3. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 6(2): 113-117.
- Diana FM. 2013. Omega-6. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 7(1): 26-31.
- Estiasih T, Ahmadi KGS, Nisa CF, Kusumastuti F. 2009. Optimasi kondisi pemurnian asam lemak omega-3 dari minyak hasil sampling penepungan tuna (*Thunnus* sp.) dengan kristalisasi urea. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 20(2): 135-142.
- Estiasih T. 2009. *Minyak Ikan, Teknologi dan Penerapannya untuk Pangan dan Kesehatan*. Yogyakarta (ID): Graha Ilmu.
- Feryana IWK, Suseno SH, Nurjanah. 2014. Pemurnian minyak ikan makarel hasil sampling penepungan dengan netralisasi alkali. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 17(3): 207-214.
- Handayani SS, Gunawan ER, Kurniawati L, Murniati, Budiarto LH. 2013. Analisis asam lemak omega-3 dari minyak kepala ikan sunglir (*Elagatis bipinnulata*) melalui esterifikasi enzimatis. *Jurnal Natur Indonesia*. 15(2): 75-83.
- Huli LO, Suseno SH, Santoso J. 2014. Kualitas minyak ikan dari kulit ikan swangi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 17(3): 233-242.
- Hulu DPC, Suseno SH, Uju. 2017. Peningkatan mutu minyak ikan sardine dengan degumming menggunakan larutan NaCl. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(1): 199-210.
- [IFOS] International Fish Oils Standard. 2011. Fish oil purity standards. <http://www.omegavia.com/best-fish-oil-supplement-3/>. [5 Februari 2018].
- [IUPAC] International Union on Pure and Applied Chemistry. 1987. Standard methods for the analysis of oils and fats and derivatives, 7th ed. Paquot C dan Hautfenne A, editor. Oxford (GB): Blackwell Scientific.
- Kalogeropoulos N, Tsimidou MZ. 2014. Antioxidants in Greek virgin olive oil. *Antioxidants*. 3: 387-413.
- Kusharto C M, Srimati M, Tanziha I, Suseno SH. 2015. Efek penambahan vitamin E terhadap stabilitas minyak ikan lele. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*

- Indonesia*. 18(3): 321-328.
- Moigradean D, Poina MA, Gogoasa I. 2012. Quality characteristics and oxidative stability of coconut oil during storage. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 18(4): 272-276.
- Montesqrit, Ovianti R. 2013. Pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap stabilitas minyak ikan dan mikrokapsul minyak ikan. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 15(1): 62-68.
- Nascimento VLV, Bermúdez VMS, Oliveira ALL, Kleinberg MN, Ribeiro RTM, Abreu RFA, Carioca JOB. 2015. Characterization of a hydrolyzed oil obtained from fish waste for nutraceutical application. *Food Science and Technology*. 35(2): 321-325.
- Nofiyanti D. 2018. Inventarisasi kualitas minyak ikan komersial (*softgel*) impor di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Nurhasanah S, Wulandari N, Munarso SJ, Hariyadi P. 2017. Stabilitas oksidasi lipida terstruktur berbasis minyak kelapa dan minyak kelapa sawit. *Buletin Palma*. 18(2): 53-62.
- Nurhasnawati H, Supriningrum R, Caesariani N. 2015. Penetapan kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida pada minyak goreng yang digunakan pedagang gorengan di Jalan A W Sjahranie Samarinda. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 1(1): 25-30.
- O'Brian RD. 2008. *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications* Second Edition. USA (US): Taylor & Francis Group LLC.
- Pak CS. 2005. *Stability and quality of fish oil during typical domestic application*. Fisheries Training Programme, The United University, Iceland.
- Ritter JCS, Budge SM, Jovica F. 2012. Quality analysis of commercial fish oil preparations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93: 1935-1939.
- Sari RN, Utomo BSB, Basmal J, Kusumawati R. 2015. Pemurnian minyak ikan hasil samping (pre-cooking) industry pengalengan ikan lemuru (*Sardinella lemuru*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 18(3): 276-286.
- Sembiring L, Ilza M, Diharmi A. 2018. Karakteristik minyak murni dari lemak perut ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dan dipurifikasi dengan bentonite. *Jurnal pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(3): 549-555.
- Suseno SH, Hulu DPC, Bija S, Fitriana N, Ernawati. 2018b. Stability of sardine (*Sardinella* sp.) oil soft gel through salt solution and citric acid degumming method. *Pakistan Journal of Biotechnology*. 15(1): 11-14.
- Suseno SH, Jacoeb AM, Saryanto, Ernawati. 2017. Effect of various temperatures on stability of refined sardine (*Sardinella* sp.) oil capsule. *World Journal of Fish and Marine Sciences*. 9(1): 1-8.
- Suseno SH, Jacoeb AM, Yocinta HP, Kamini. 2018a. Kualitas minyak ikan komersial (*soft gel*) impor di wilayah Jawa Tengah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(3): 556-564.
- Swanson D, Block R, Mousa SA. 2012. Omega-3 Fatty Acids EPA and DHA: Health Benefits Throughout Life. *Advances in Nutrition* 3: 1-7
- Visentainer JV, Noffs MD, Carvalho PDO, Ameida VVD, Oliveira CCD, Souza NED. 2007. Lipid content and fatty acid composition of 15 marine fish species from the southeast coast of Brazil. *Jurnal American Oils Chemistry Society*. 84(6) ; 543-547
- Zulkifli M, Estiasih T. 2014. Sabun dari distilat asam lemak minyak sawit: kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4): 170-177.